

501,612

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 8 月 7 日 (07.08.2003)

PCT

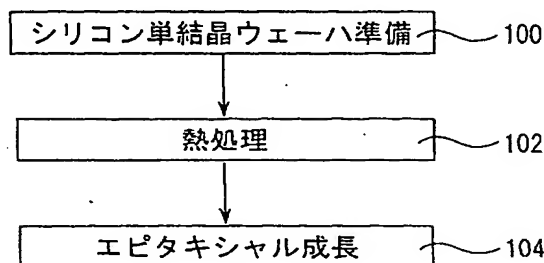
(10) 国際公開番号
WO 03/065439 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01L 21/322 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP03/00345 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 竹野 博
(22) 国際出願日: 2003 年 1 月 17 日 (17.01.2003) (TAKENO, Hiroshi) [JP/JP]; 〒379-0196 群馬県 安中市
(25) 国際出願の言語: 日本語 磯部二丁目 1 3 番 1 号 信越半導体株式会社 半導体
(26) 国際公開の言語: 日本語 磯部研究所内 Gunma (JP).
(30) 優先権データ: (74) 代理人: 石原 詔二 (ISHIHARA, Shoji); 〒170-0013 東
特願2002-16663 2002 年 1 月 25 日 (25.01.2002) JP 京都 豊島区 東池袋 3 丁目 7 番 8 号 若井ビル 3 0 2 号
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 信越 Tokyo (JP).
半導体株式会社 (SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD.)
[JP/JP]; 〒100-0005 東京都 千代田区 丸の内一丁目 添付公開書類:
4 番 2 号 Tokyo (JP). 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: SILICON EPITAXIAL WAFER AND ITS PRODUCTION METHOD

(54) 発明の名称: シリコンエピタキシャルウェーハ及びその製造方法



100...PREPARATION OF SILICON SINGLE CRYSTAL WAFER
102...HEAT TREATMENT
104...EPITAXIAL GROWING

(57) Abstract: A silicon epitaxial wafer having an excellent IG capability over its whole surface and a method for producing the same. The concentration of oxygen precipitates found in a silicon single crystal wafer after the epitaxial growing is $1 \times 10^9/\text{cm}^3$ in any region in the surface of the wafer.

(57) 要約:

本発明は、優れた I G 能力をウェーハ全面に有するシリコンエピタキシャルウェーハ、及びその製造方法を提供する。本発明は、優れたゲッティング能力をウェーハ全面に有するシリコンエピタキシャルウェーハであって、エピタキシャル成長後のシリコン単結晶基板内部に検出される酸素析出物の密度が、ウェーハ面内の何れの位置においても、 $1 \times 10^9/\text{cm}^3$ 以上であるようにした。

WO 03/065439 A1



2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

シリコンエピタキシャルウェーハ及びその製造方法

5 技術分野

本発明は、ウェーハ全面に優れたゲッタリング能力を有するシリコンエピタキシャルウェーハ（以下、単にエピウェーハと呼ぶことがある。）及びその製造方法に関する。

10 背景技術

半導体素子を製造するための基板として広く用いられているシリコンウェーハの大半は、C z o c h r a l s k i（C Z）法により育成されている。C Z法により育成されたシリコン単結晶中には、およそ 10^{18} a t o m s / c m³の濃度で格子間酸素が不純物として含まれる。この格子間酸素は、結晶育成工程中において固化してから室温に冷却されるまでの熱履歴（以下、結晶熱履歴と略すことがある。）や半導体素子の作製工程における熱処理工程において過飽和状態となるために析出して、シリコン酸化物の析出物（以下、酸素析出物又は単に析出物と呼ぶことがある。）が形成される。

その酸素析出物は、デバイスプロセスにおいて混入する重金属不純物を捕獲するサイトとして有効に働き（Internal Gettering：IG）、デバイス特性や歩留まりを向上させる。このことから、シリコンウェーハの品質の1つとして、IG能力が重要視されている。

酸素析出の過程は、析出核形成とその成長の過程から成る。通常は、結晶熱履歴において核形成が進行し、その後のデバイスプロセス等の熱処理により大きく成長し、酸素析出物として検出されるようになる。こ

のことから、結晶熱履歴で形成されたものをG r o w n - i n析出核と呼ぶことにする。もちろん、その後の熱処理においても酸素析出核が形成される場合がある。

通常のア s - g r o w nウェーハの場合、デバイスプロセス前の段階
5 で存在している酸素析出核は極めて小さく、I G能力を持たない。しかし、デバイスプロセスを経ることにより、大きな酸素析出物に成長してI G能力を有するようになる。

ウェーハ表面近傍のデバイス作製領域を無欠陥化するために、基板上
10 に気相成長によってシリコン単結晶を堆積させたエピウェーハが使用される場合がある。このエピウェーハにおいても、基板にI G能力を付加させることが重要である。

しかし、エピタキシャル工程（以下、エピ工程と略すことがある。）
が約1100℃以上の高温であるために結晶熱履歴で形成された酸素析
出核（G r o w n - i n析出核）のほとんどが消滅してしまい、その後
15 のデバイスプロセスにおいて酸素析出物が形成されなくなってしまう。
そのために、エピウェーハではI G能力が低下するという問題がある。

この問題を解決する方法としては、エピ工程前の基板に800℃程度
の熱処理を施すことにより、結晶熱履歴で形成されたG r o w n - i n
析出核を高温のエピ工程でも消滅しないようなサイズまで成長させる方
20 法がある。この方法において、エピ成長前の熱処理温度が例えば800℃
の場合には、800℃における臨界サイズ（その温度で安定成長が
可能な析出核の最小サイズ）以上のサイズのG r o w n - i n析出核が
成長してエピ工程で残存し、エピ工程後のデバイスプロセス等の熱処理
により成長して酸素析出物となる。

25 エピ工程前の基板のG r o w n - i n析出核密度の面内における分布
は、必ずしも均一であるとは限らない。典型的な例としては、酸化性雰

雰囲気下で約 1100℃以上の熱処理を施した際に発生する酸化誘起積層欠陥（以下、OSFと呼ぶことがある。）の核となるような比較的大きなサイズのGrown-in析出核が、リング状に存在する場合がある（以下、OSFがリング状に発生する領域をOSFリングと呼ぶことがある。）。そのような基板に対して、Grown-in析出核を成長させる熱処理を施した後にエピタキシャル成長を行うと、エピウェーハ中の析出物密度の面内分布が不均一になり、IG能力が不均一になってしまうという問題が生ずる。

ボロンが高濃度に添加された一般的なp⁺基板では、ボロンが低濃度に添加されたp基板と比べると、ボロン添加の影響によりOSFリングが発生しやすくなることが知られている。

従って、上述のようなIG能力の面内不均一化の問題は、特にp⁺基板を用いたp/p⁺エピウェーハにおいて生じやすくなる。もちろん、p⁺基板の他にエピウェーハの基板として用いられているp基板、リンが低濃度に添加されたn基板、アンチモンあるいは砒素が高濃度に添加されたn⁺基板においても、結晶育成条件によってはOSFリングが発生する場合がある。そのような場合には、p⁺基板の場合と同様にIG能力が不均一になってしまうという問題が生ずる。

さらに、近年のデバイスプロセスは使用するウェーハの大口径化に伴い、低温化短時間化が進行しており、例えば、一連のデバイスプロセスが全て1000℃以下で行われたり、数十秒程度の熱処理時間しか必要としないRTP（Rapid Thermal Processing）が頻繁に用いられるようになってきている。このようなデバイスプロセスは、全ての熱処理をトータルしても1000℃、2時間程度の熱処理にしか相当しない場合があるため、従来のように、デバイスプロセス中の酸素析出物の成長が期待できない。そのようなことから、低温

化短時間化されたデバイスプロセスに対しては、デバイスプロセス投入前の段階で優れた I G 能力を有することが必要である。

発明の開示

- 5 本発明は、上記問題点に鑑みなされたものであり、優れた I G 能力をウェーハ全面に有するシリコンエピタキシャルウェーハ、及びその製造方法を提供することを目的とする。

上記課題を解決するために、本発明のシリコンエピタキシャルウェーハは、エピタキシャル成長後のシリコン単結晶基板内部に検出される酸素析出物の密度が、ウェーハ面内の何れの位置においても、 $1 \times 10^9 / \text{cm}^3$ 以上であることを特徴とする。

このように、ウェーハ面内の何れの位置においても高密度の酸素析出物が存在することにより、ウェーハ全面において優れた I G 能力を有するエピウェーハとなる。

- 15 さらに、エピ工程直後に実験的に検出可能な酸素析出物を高密度に有することで、デバイスプロセス投入前の段階で優れた I G 能力を有し、酸素析出物の成長が期待できない低温化短時間化されたデバイスプロセスに対して特に有効である。ここで、I G 能力を有する酸素析出物のサイズは、実験的に検出可能な酸素析出物のサイズ（直径 30 ～ 40 nm
- 20 程度）を目安にしている。一般的には、実験的に検出できないサイズの酸素析出物でも I G 能力を有すると考えられているので、実験的に検出可能なサイズであれば十分な I G 能力を有すると判断できる。

前記エピタキシャル成長前の前記シリコン単結晶基板としては、シリコン単結晶の育成工程で形成された G r o w n - i n 析出核を有し、且

25 つ酸化性雰囲気下で熱処理した場合に積層欠陥がリング状に発生しないシリコンウェーハを用いるのが好ましい。

本発明者は、基板にOSFリングが存在すると、その基板に対してGrown-in析出核を成長させるための熱処理を施した後にエピ成長を行った場合に検出される酸素析出物の密度がエピタキシャルウェーハ面内で不均一になり、一部の領域で析出物密度が減少することを見出し、

5 本発明に到達した。すなわち、OSFリングが存在しない基板であれば、Grown-in析出核密度の面内分布が比較的均一であることから、ウェーハ全面に均一で高密度の酸素析出物を形成することができる。ボロンが高濃度に添加された一般的なp⁺基板では、ボロン添加の影響によりOSFリングが発生しやすくなるので、本発明が特に有効である。

10 尚、本発明における「高濃度ボロン」とは、ボロン濃度が少なくとも $5 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ であることを言い、抵抗率を制御するために意図的に添加するドーパントがボロンのみの場合には $0.1 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の抵抗率に相当する。

エピタキシャルウェーハ面内の何れの位置においても、酸素析出物密度を $1 \times 10^9 / \text{cm}^3$ 以上とするには、シリコン単結晶の育成工程で形成されたGrown-in析出核を有し、且つ酸化性雰囲気下で熱処理した場合に積層欠陥がリング状に発生しないシリコン単結晶ウェーハを基板とし、その基板に対してGrown-in析出核を成長させる熱処理を施した後に、エピタキシャル成長を行うことができる。

20 このように、OSFリングが存在しない基板中では、Grown-in析出核密度の面内分布がほぼ均一であるので、Grown-in析出核を成長させる熱処理を施した後に、エピタキシャル成長を行えば、ウェーハ面内の何れの位置においても高密度の酸素析出物を得ることができる。尚、酸素析出物密度の上限は特に限定されないが、固溶酸素濃度の低下によるウェーハ強度の低下が生ずる場合があるので、 $1 \times 10^{12} / \text{cm}^3$ 以下とすることが好ましい。

25

上記のOSFリングが存在しない基板は、例えば特開平11-147786号、特開平11-157996号などに記載されているように、結晶の引き上げ速度 V と引き上げ結晶中の固液界面近傍の温度勾配 G との比 V/G を制御して引き上げる公知技術を用いて得ることができる。

- 5 高濃度ボロンドープの場合、OSFリングが発生する V/G 値が高 V/G 側にシフトすることが既に知られている (E.Dornberger et al. J. Crystal Growth 180(1977) 343-352.)。従って、仮に低濃度ボロンドープ基板 (p 基板) ではOSFリングが発生しない引き上げ条件 (V/G 値) と同一の条件で引き上げたとしても、高濃度ボロンドープ基板の場合には、そのボロン濃度に依存してOSFリングが発生してしまう。すなわち、高濃度にボロンが添加された一般的な p^+ 基板の場合は、ボロン添加の効果により、大抵の場合はOSFリングが存在することになることから、本発明の製造方法が特に有効である。
- 10

- OSFリングの位置は、図4に示すように V/G 値が大きくなるにつれて結晶の外径方向にシフトしていく。従って、OSFリングが発生しない基板を得るためには、OSFリングが結晶の外周部で消滅するように V/G 値を高めればよい。また、引き上げ結晶のままの状態ではOSFリングが外周部に存在していたとしても、その後の基板への加工プロセスにおいて、OSFリング部分を除去すれば、OSFリングが発生しない基板を得ることができる。
- 15
- 20

以上のように p^+ 基板の場合、ウェーハ面内におけるOSFリングの位置は、 V/G とボロン濃度に依存する。このことから、 V/G とボロン濃度の制御により、OSFリングが存在しない基板を得ることができる。

- p/p^+ エピウェーハ用基板としての抵抗率の下限値は特に限定されないが、現実的な結晶引き上げ条件として約 $0.014 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上となるようなボロン濃度とすることができる。但し、 p/p^+ エピウェーハに
- 25

における p^+ 基板の効果の 1 つとして、デバイスのラッチアップ耐性を向上させる効果があるので、その効果が得られるためには、基板の抵抗率を約 $0.1 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下とする必要があり、十分な効果を得るためには $0.05 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下とすることが好ましく、 $0.02 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下が特に好ましい。

一方、基板の抵抗率を高くすると、OSF リングが発生しにくくなるという効果に加えて、オートドーピングによるエピ層の抵抗率変化を防ぐために用いられるウェーハ裏面の酸化膜を形成する必要がなくなるという付加的な効果が得られる。Grown-in 析出核を成長させる熱処理の条件は、Grown-in 析出核がエピ工程後に実験的に検出されるサイズ以上に成長できれば、如何なる条件でも構わないが、例えば、約 1000°C 以上、約 0.5 時間以上とすることができる。このことにより、デバイスプロセス投入前の段階で、優れた IG 能力をウェーハ全面に付加することができる。

上述のことから、本発明により、優れたゲッタリング能力をウェーハ全面に有するシリコンエピタキシャルウェーハを得ることができる。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明に係るシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法の工程順の一例を示すフローチャートである。

図 2 は、実施例 1 の結晶位置 A 及び結晶位置 B における析出物密度のウェーハ面内分布を示すグラフである。

図 3 は、比較例 1 の結晶位置 A 及び結晶位置 B における析出物密度のウェーハ面内分布を示すグラフである。

図 4 は、結晶位置及び V/G 値によって OSF 領域を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

以下に本発明のシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法の実施の形態を添付図面に基づいて説明するが、図示例は例示的に示されるもの

5 で、本発明の技術思想から逸脱しない限り種々の変形が可能なことはいうまでもない。

図 1 は本発明のシリコンエピタキシャルウェーハを製造する方法の工程順の一例を示すフローチャートである。

10 図 1 に示したように、まずエピウェーハの基板となるシリコン単結晶ウェーハを準備する（ステップ 100）。この基板は、V/G とボロン濃度の制御により、OSF リングを含まない。その基板に対してエピ工程前の酸素析出物を成長させる熱処理を施す（ステップ 102）。

15 ここで、熱処理の条件は、Grown-in 析出核がエピ工程後に検出可能なサイズに成長できれば、如何なる条件でも構わない。例えば、800℃ から 1000℃ まで 3℃/分の速度で昇温し、1000℃ で 4 時間保持する熱処理を施すことができる。そのようなエピ工程前の熱処理により、基板中に IG 能力を有する大きいサイズの酸素析出物を高密度に形成することができる。次に、必要に応じてウェーハを洗浄、酸化膜除去等を行ったのち、エピタキシャル成長を行う（ステップ 104）。

20 上記熱処理は、熱処理されるウェーハの鏡面研磨（機械的・化学的研磨と呼ばれる場合がある。）加工の前あるいは後のどちらの段階で行っても構わない。鏡面研磨加工前に行う場合は、熱処理後に鏡面研磨加工を行い、次にエピタキシャル成長を行うことになる。

25 本発明のシリコンエピタキシャルウェーハの特徴は、エピタキシャル成長後の基板内部に検出される酸素析出物の密度が、エピタキシャルウェーハ面内の何れの位置においても、 $1 \times 10^9 / \text{cm}^3$ 以上である点にあ

る。このように、ウェーハ面内の何れの位置においても高密度の酸素析出物が存在することにより、エピタキシャルウェーハ全面において優れたIG能力を有する。

- さらに、エピ工程後に実験的に検出可能な酸素析出物を高密度に有することで、デバイスプロセス投入前の段階で優れたIG能力を有し、酸素析出物の成長が期待できない低温化短時間化されたデバイスプロセスに対して特に有効である。

- エピタキシャル層を形成するための基板としては、シリコン単結晶の育成工程で形成されたGrown-in析出核を有し、且つ酸化性雰囲気下で熱処理した場合に積層欠陥がリング状に発生しないシリコン単結晶ウェーハを用いるのが効果的である。OSFリングが存在しない基板であれば、Grown-in析出核密度の面内分布が比較的均一であることから、ウェーハ全面に高密度の酸素析出物を形成することができる。

- 基板中にOSFリングが存在するか否かを確認するには、例えば酸化性雰囲気下において1150℃で60分間の熱処理を施した後に、化学的選択エッチングを行い光学顕微鏡で基板表面を観察すれば良い。

ボロンが高濃度に添加された一般的なp⁺基板では、ボロン添加の影響によりOSFリングが発生しやすくなるので、本発明の構成を採用するのが特に有効である。

20 実施例

以下に実施例をあげて本発明をさらに具体的に説明するが、これらの実施例は例示的に示されるもので限定的に解釈されるべきでないことはいうまでもない。

(実施例1)

- 25 直径8インチ、面方位<100>、抵抗率約0.015~0.018Ω・cmのCZ法で育成されたボロン添加シリコン単結晶の異なる2箇

所（結晶育成工程の前半及び後半に成長した位置で、以下、それぞれ結晶位置 A 及び結晶位置 B と呼ぶことがある。）から作製された鏡面研磨基板を準備した。基板の酸素濃度はガスフュージョン法で測定したところ、約 14 ppm であつた。

- 5 尚、この結晶の引き上げにおいては、OSFリングが結晶の外径方向に消滅する様に V/G 値を調整した。

次に、その基板に対して、エピ工程前の熱処理を酸素雰囲気下で施した。すなわち、基板を 800℃の熱処理炉内に挿入し、800℃から 1000℃まで 3℃/分の速度で昇温し、1000℃で 4 時間保持した。

- 10 保持後は、熱処理炉内温度を 800℃まで 3℃/分の速度で降温して基板を熱処理炉外に取り出した。次に、フッ化水素水溶液により基板表面の酸化膜を除去した後、約 1100℃のエピタキシャル成長により約 5 μm の厚みのシリコン単結晶層を堆積させてエピウェーハとした。

- そのエピウェーハについて、如何なる熱処理も施さずに、基板内部の
15 酸素析出物の密度を光散乱法の 1 つである赤外散乱トモグラフィ法（以下、LST と呼ぶことがある。）により測定した。LST によれば、直径 40 nm 程度以上のサイズの酸素析出物を検出することができる。析出物密度を測定した位置は、深さ方向が基板表面を基準として 50 ~ 230 μm の範囲で、面内位置は周辺から 5 mm の位置と周辺から 10 mm の
20 位置から 10 mm 間隔で 90 mm までとした。

図 2 は結晶位置 A 及び結晶位置 B における析出物密度のウェーハ面内分布を示す。何れの結晶位置の場合も、エピタキシャルウェーハ全面において析出物密度は $1 \times 10^9 / \text{cm}^3$ 以上であり、面内分布はほぼ均一であることがわかる。

- 25 また、準備した基板に、エピ工程前の熱処理やエピタキシャル成長を行わずに、酸素雰囲気下において 1150℃で 100 分間の熱処理を施

した。次に、化学的選択エッチングを行った後、光学顕微鏡で基板表面を観察することにより、OSFリングの有無を確認した。その結果、OSFリングは観察されなかった。

(比較例 1)

- 5 実施例 1 と同一の炉内構造 (同一の G) を有する引き上げ装置を用いて、実施例 1 よりも低い引き上げ速度により、直径 8 インチ、面方位 < 1 0 0 >、抵抗率約 0. 0 1 0 ~ 0. 0 1 3 $\Omega \cdot \text{cm}$ のボロン添加シリコン単結晶を引き上げ、その異なる 2 箇所 (結晶育成工程の前半及び後半に成長した位置で、以下、それぞれ結晶位置 A 及び結晶位置 B と呼ぶ
10 ことがある。) から作製された鏡面研磨基板を準備した。ウェーハの酸素濃度は約 1 3 p p m a である。

- 次に、その基板に対して、実施例 1 と同様にエピ工程前の熱処理を酸素雰囲気下で施した。すなわち、基板を 8 0 0 $^{\circ}\text{C}$ の熱処理炉内に挿入し、8 0 0 $^{\circ}\text{C}$ から 1 0 0 0 $^{\circ}\text{C}$ まで 3 $^{\circ}\text{C}/\text{分}$ の速度で昇温し、1 0 0 0 $^{\circ}\text{C}$ で 4
15 時間保持した。保持後は、熱処理炉内温度を 8 0 0 $^{\circ}\text{C}$ まで 3 $^{\circ}\text{C}/\text{分}$ の速度で降温して基板を熱処理炉外に取り出した。次に、フッ化水素水溶液により基板表面の酸化膜を除去した後、約 1 1 0 0 $^{\circ}\text{C}$ のエピタキシャル成長により約 5 μm の厚みのシリコン単結晶層を堆積させてエピウェーハとした。

- 20 そのエピウェーハについて、如何なる熱処理も施さずに、基板内部の酸素析出物の密度を L S T により測定した。析出物密度を測定した位置は、深さ方向が基板表面を基準として 5 0 ~ 2 3 0 μm の範囲で、面内位置は周辺から 5 m m の位置と周辺から 1 0 m m の位置から 1 0 m m 間隔で 9 0 m m までとした。

- 25 図 3 は結晶位置 A 及び結晶位置 B における析出物密度のウェーハ面内分布を示す。結晶位置 A の場合は、ウェーハ周辺部から約 2 0 m m まで

の領域において析出物密度が低くなった。また、結晶位置Bの場合は、ウェーハ周辺部から約20mmまでの領域と、約50mmから中心までの領域で析出物密度が低くなった。すなわち、何れの場合も、析出物密度の面内分布が極めて不均一になった。

- 5 また、準備した基板に、エピ工程前の熱処理やエピタキシャル成長を行わずに、酸素雰囲気下において1150℃で100分間の熱処理を施した。次に、化学的選択エッチングを行った後、光学顕微鏡で基板表面を観察することにより、OSFリングの有無を確認した。その結果、何れ
- 10 Fリングが観察された。このことから、OSFリングが存在する基板を用いた場合には、エピ工程後の析出物密度の面内分布が不均一になり、一部の領域において析出物密度は低くなることが確認された。

なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。

- 15 上記実施形態は、例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

- 20 例えば、上記実施形態においては、直径200mm（8インチ）のシリコン単結晶を育成する場合につき例を挙げて説明したが、本発明はこれには限定されず、直径100～400mm（4～16インチ）あるいはそれ以上のシリコン単結晶にも適用できる。

また、本発明は、シリコン融液に水平磁場、縦磁場、カスプ磁場等を印加するいわゆるMCZ法にも適用できることは言うまでもない。

産業上の利用可能性

- 25 以上述べたごとく、本発明によれば、OSFリングが存在しない基板に対して、エピ工程前の熱処理を施した後にエピタキシャル成長を行う

ことにより、優れた I G 能力をウェーハ全面に有するエピウェーハを提供することができる。

請 求 の 範 囲

1. 優れたゲッタリング能力をウェーハ全面に有するシリコンエピタキシャルウェーハであって、エピタキシャル成長後のシリコン単結晶基板
5 内部に検出される酸素析出物の密度が、ウェーハ面内の何れの位置においても、 $1 \times 10^9 / \text{cm}^3$ 以上であることを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハ。
2. 前記エピタキシャル成長前の前記シリコン単結晶基板は、シリコン単結晶の育成工程で形成された *Grown-in* 析出核を有し、且つ酸化性雰囲気下で熱処理した場合に積層欠陥がリング状に発生しないシリ
10 コン単結晶基板であることを特徴とする請求項1に記載されたシリコンエピタキシャルウェーハ。
3. 前記エピタキシャル成長前の前記シリコン単結晶基板は、ボロン添加基板であって、抵抗率が $0.1 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする
15 請求項1又は2に記載されたシリコンエピタキシャルウェーハ。
4. 優れたゲッタリング能力をウェーハ全面に有するシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法であって、シリコン単結晶の育成工程で形成された *Grown-in* 析出核を有し、且つ酸化性雰囲気下で熱処理した場合に積層欠陥がリング状に発生しないシリコン単結晶ウェーハを基
20 板とし、その基板に対して *Grown-in* 析出核を成長させる熱処理を施した後に、エピタキシャル成長を行うことを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。
5. 前記基板は、抵抗率が $0.1 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のボロン添加基板であることを特徴とする請求項4に記載されたシリコンエピタキシャルウェー
25 ハの製造方法。

図 1

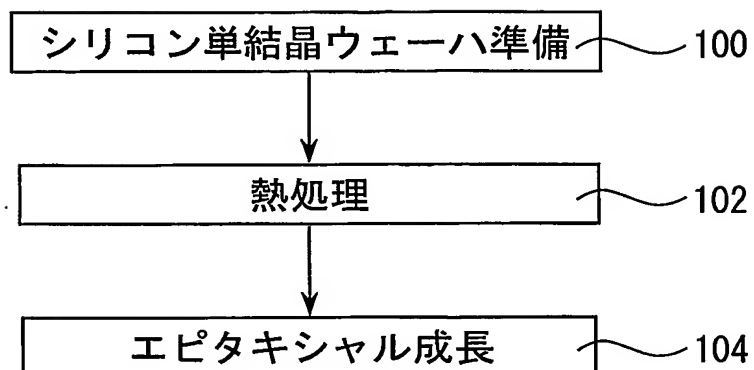


図 2

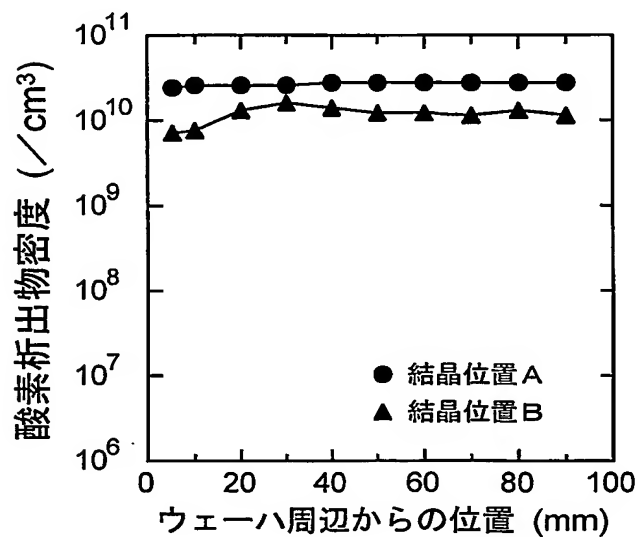
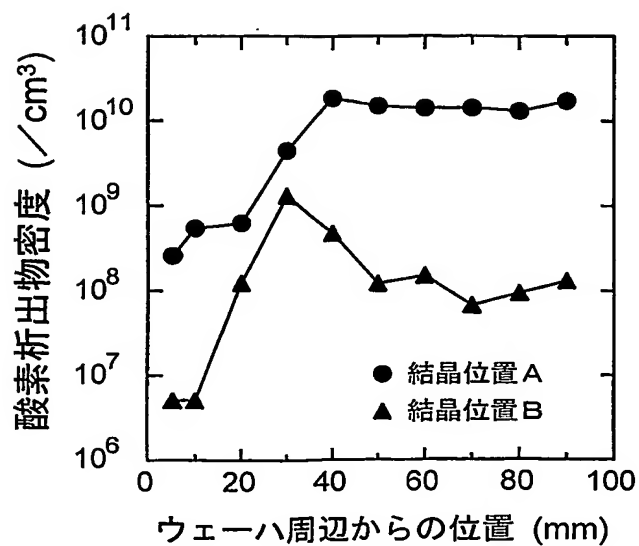
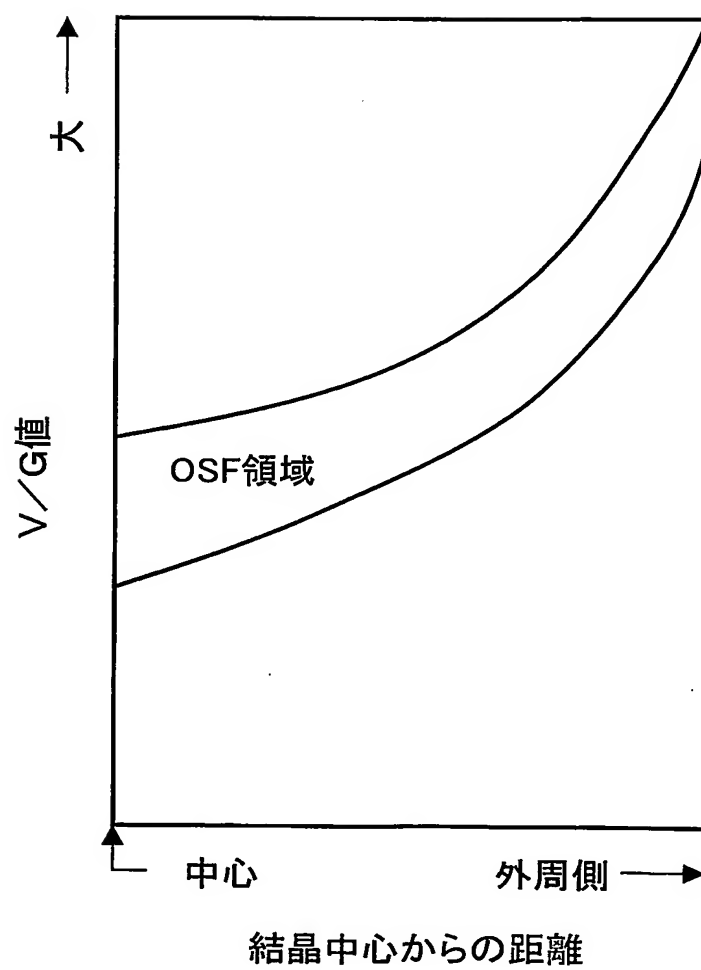


図 3



2/2

図 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/00345

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H01L21/322

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H01L21/26-21/268, H01L21/322-21/326, C30B1/00-35/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001-274167 A (Wacker NSCE Kabushiki Kaisha), 05 October, 2001 (05.10.01), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-3
Y	Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	4, 5
X	JP 2001-237247 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 31 August, 2001 (31.08.01), Full text; Figs. 1, 2 (Family: none)	1, 2, 4
Y	Full text; Figs. 1, 2 (Family: none)	3, 5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 March, 2003 (14.03.03)

Date of mailing of the international search report
25 March, 2003 (25.03.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/00345

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-270455 A (Toshiba Corp.), 09 October, 1998 (09.10.98), Full text; Figs. 1 to 14 (Family: none)	3, 5
Y	US 2001/0006039 A1 (BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP), 05 July, 2001 (05.07.01), Full text; Figs. 1 to 6 & JP 2001-210650 A Full text; Figs. 1 to 6 & KR 2001068377 A	1-5
Y	EP 1069214 A1 (SHIN-ETSU HANDOTAI Co., Ltd.), 17 January, 2001 (17.01.01), Full text; Figs. 1 to 7 & JP 2000-219598 A Full text; Figs. 1 to 7 & KR 2001042278 A & WO 00/46433 A1	1-5
Y	JP 11-21200 A (Sumitomo Sitix Corp.), 02 June, 1999 (02.06.99), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-5
Y	EP 917192 A1 (SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD.), 19 May, 1999 (19.05.99), Full text; Figs. 1 to 5 & JP 11-147789 A Full text; Figs. 1 to 5 & KR 99045162 A & US 6206961 B1	1-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/322

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/26-21/268, H01L21/322-21/326,
C30B1/00-35/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 2001-274167 A (ワッカー・エヌエスシー株式会社) 2001. 10. 05, 全文、第1-4図 (ファミリーなし) 全文、第1-4図 (ファミリーなし)	1-3 4, 5
X Y	JP 2001-237247 A (信越半導体株式会社) 2001. 08. 31, 全文、第1, 2図 (ファミリーなし) 全文、第1, 2図 (ファミリーなし)	1, 2, 4 3, 5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14. 03. 03

国際調査報告の発送日

25.03.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

萩原 周治



4L

9835

電話番号 03-3581-1101 内線 3496

C (続き). 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 10-270455 A (株式会社東芝) 1998. 10. 09, 全文、第1-14図 (ファミリーなし)	3, 5
Y	US 2001/0006039 A1 (BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP) 2001. 07. 05, 全文、第1-6図 & JP 2001-210650 A, 全文、第1-6図 & KR 2001068377 A	1-5
Y	EP 1069214 A1 (SHIN-ETSU HANDOTAI Co., Ltd.) 2001. 01. 17, 全文、第1-7図 & JP 2000-219598 A, 全文、第1-7図 & KR 2001042278 A & WO 00/46433 A1	1-5
Y	JP 11-21200 A (住友シチックス株式会社) 1999. 06. 02, 全文、第1-3図 (ファミリーなし)	1-5
Y	EP 917192 A1 (SHIN-ETSU HANDOTAI COMPANY LIMITED) 1999. 05. 19, 全文、第1-5図 & JP 11-147789 A, 全文、第1-5図 & KR 99045162 A & US 6206961 B1	1-5